



دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی قزوین

دانشکده بهداشت

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی بهداشت محیط

عنوان

**بررسی کارایی روش اسمز مستقیم در حذف فلزات سنگین کروم و سرب
از محلول آبی**

استاد راهنما

دکتر حمزه علی جمالی

استاد مشاور

دکتر رضا قنبری

دکتر سلیمان صاحبی

نگارش

زهره نقدعلی

شهریور ۹۸

چکیده

زمینه و هدف: حذف فلزات سنگین از آب و فاضلاب از جمله کروم و سرب به علت خاصیت سرطان‌زایی آن امری حیاتی است. اسمز مستقیم روش نوین غشائی است که می‌تواند جایگزین مناسبی برای فرآیندهای متداول حذف کروم و سرب از آب و فاضلاب باشد.

مواد و روش کار: در این مطالعه آزمایشگاهی نمونه فاضلاب با استفاده از دی کرومات پتاسیم و نیتрат سرب به عنوان محلول تغذیه، تهیه شد. از پتاسیم کلرید، کلسیم کلرید و منیزیم کلرید به عنوان محلول کشنده استفاده شد. غشاء مورد استفاده از نوع غشاء نیمه‌تراوا با نام تجاری آکواپورین بود. طراحی آزمایشات به روش سطح پاسخ و طرح مرکب مرکزی انجام شد. غلظت فلزات کروم و سرب و فلاکس آب به ترتیب توسط دستگاه اسپکتروفتومتری جذب اتمی و معادلات مربوط به فلاکس آب اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: روش اسمز مستقیم راندمان بالایی در حذف کروم و سرب و فلاکس آب داشت. در شرایط بهینه، بالاترین میزان حذف کروم و سرب به ترتیب برابر شد با ۹۹/۹۱ و ۹۹/۴۳ درصد، بالاترین میزان فلاکس L/m^2h ۱۹/۴۴ و کمترین جریان معکوس نمک $0/1 g/m^2h$ بود. بیش‌ترین میزان مطلوبیت نیز در شرایط بهینه به میزان ۹۵ درصد به آزمایش کروم- کلسیم کلرید اختصاص داشت. مدل در همه آزمایش‌ها معنی‌دار ($P < 0/0001$) شد و نتایج پیش‌بینی شده توسط مدل چند جمله‌ای درجه دوم با مقادیر پاسخ‌های بدست آمده در آزمایشگاه تطابق خوبی داشتند.

نتیجه‌گیری: استفاده از اسمز مستقیم راندمان قابل قبولی در حذف کروم و سرب نشان داد. با توجه به عملکرد خوب و نیز مصرف کم انرژی در این روش، می‌توان از آن به عنوان روشی نوین، اقتصادی و ساده در تصفیه فاضلاب حاوی فلزات سنگین استفاده کرد. همچنین روش سطح پاسخ با حداقل خطا، در مقایسه با روش‌های سنتی، روش مطلوبی برای بهینه‌سازی فرآیند اسمز مستقیم در حذف فلزات کروم و سرب است.

کلید واژه‌ها: اسمز مستقیم، حذف کروم، حذف سرب، بهینه‌سازی، روش سطح پاسخ



Qazvin University of Medical Sciences
Faculty of Health

**A thesis presented for the degree of master of sciences
(MSC) in Environmental Health Engineering**

Title

**Evaluation of forward osmosis efficiency in removal
of heavy metals chromium and lead from aqueous
solutions**

Supervisor

Dr. Hamzeh Ali Jamali

Advisor

Dr. Reza Ghanbari

Dr. Soleyman Sahebi

By

Zohreh Naghdali

September 2019

Abstract

Background and aim: Considering the carcinogenic effects of heavy metals, such as chromium and lead, it is essential to remove these elements from water and wastewater. Forward osmosis is a new membrane technology, which can be a proper alternative to conventional chromium and lead removal processes.

Material and Methods: The wastewater samples were obtained from $K_2Cr_2O_7$ and $Pb(NO_3)_2$ as feed solutions. KCl , $CaCl_2$ and $MgCl_2$ was used as the draw solutions, and the applied membrane (Aquaporin) was semipermeable. The experiments were designed, using response surface methodology (RSM) and central composite design (CCD). The metals concentration and water flux were also measured, based on atomic absorption spectrophotometry and water flux equations, respectively.

Results: The results showed that forward osmosis was highly efficient in chromium and lead removal and water flux. The highest chromium and lead removal efficiency were 99.91% and 99.43%, respectively. The highest water flux and lowest RSF were 19.44 LMH and 0.1 gMH, respectively under optimal conditions. In this conditions the desirability was best (95%) for Cr- $CaCl_2$ experiment. The model in all experiments was significant ($P < 0.0001$). In terms of validity, the results predicted by the quadratic polynomial model were in good agreement with the responses reported in the laboratory.

Conclusion: Forward osmosis resulted in acceptable chromium and lead removal from aqueous solutions. These results revealed the FO process applying an AQP besides the RSM-CCD can be observed to treat wastewaters containing heavy metals. Beyond that, further study will be performed for the removal of most hazardous heavy metals in wastewater to explore the feasibility of practical applications.

Keywords: Forward osmosis, Chromium removal, lead Removal, Optimization, RSM